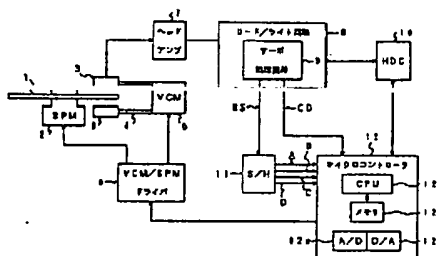


(43) Date of publication of application: 04.04.97

(72) Inventor: KUSUMOTO TATSUHARU

COPYRIGHT: (C)1997.JPO

**SOLUTION:** A CPU 12a determines a target track including a data sector to be accessed, and starts a seek control. In the seek control, a position of a head 3 is detected and a speed is controlled in accordance with a distance to the target track. The CPU 12a reads out a correcting amount TC of the target track from the servo sector and stores in an internal register. The CPU 12a operates a positional error amount  $Ea=(A-B)/A+B$  from peak values A, B of read burst data. Moreover, the CPU 12a carries out a correction by reading out the correcting amount Tc and subtracting the Tc from the Ea. The controlling amount for controlling a VCM 5 is calculated on the basis of an error amount  $Eb=Ea-Tc$ .





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 各トラックに複数のサーボセクタが配置されたディスクを使用し、前記各サーボセクタに記録されたサーボデータに基づいてヘッドを目標トラックの中心に位置決め制御するディスク記録再生装置のヘッド位置決め制御装置であって、

各トラック毎に、前記サーボセクタから前記ヘッドにより読出したサーボデータの位置情報に基づいて位置誤差量を算出し、前記位置誤差量に基づいてサーボセクタ毎のトラック偏心変動補正量を算出する算出手段と、

前記算出手段により算出されたトラック偏心変動補正量を、各トラックの各サーボセクタ毎にアクセスできるように記憶する記憶手段と、

前記目標トラックに前記ヘッドを位置決め制御するときに、前記記憶手段から前記目標トラックのサーボセクタ毎の前記トラック偏心変動補正量をアクセスして、前記サーボデータの位置情報に基づいて算出した位置誤差量から前記トラック偏心変動補正量を減算して位置誤差量を補正する制御手段とを具備したことを特徴とするヘッド位置決め制御装置。

【請求項2】 各トラックに複数のサーボセクタが配置されたディスクを使用し、前記各サーボセクタに記録されたサーボデータに基づいてヘッドを目標トラックの中心に位置決め制御するディスク記録再生装置のヘッド位置決め制御装置であって、

各トラック毎に、前記サーボセクタから前記ヘッドにより読出したサーボデータの位置情報に基づいて位置誤差量の平均値を算出し、前記位置誤差量の平均値をトラック偏心変動補正量としてサーボセクタ毎に算出する算出手段と、

前記算出手段により算出されたトラック偏心変動補正量を、該当するトラックのサーボセクタに記録する記録手段と、

前記目標トラックに前記ヘッドを位置決め制御するときに、前記目標トラックの各サーボセクタから前記トラック偏心変動補正量を読み出して一時的に記憶する記憶手段と、

前記目標トラックの各サーボセクタから読出した前記サーボデータの位置情報に基づいて位置誤差量を算出し、該当するサーボセクタに対応する前記トラック偏心変動補正量を前記記憶手段から読み出し、前記位置誤差量から前記トラック偏心変動補正量を減算して位置誤差量を補正する制御手段とを具備したことを特徴とするヘッド位置決め制御装置。

【請求項3】 各トラックに複数のサーボセクタが配置されたディスクを使用し、前記各サーボセクタに記録されたサーボデータに基づいてヘッドを目標トラックの中心に位置決め制御するディスク記録再生装置のヘッド位置決め制御装置であって、

各トラック毎に、前記サーボセクタから前記ヘッドによ

り読出したサーボデータの位置情報に基づいて位置誤差量の平均値を算出し、前記位置誤差量の平均値をトラック偏心変動補正量としてサーボセクタ毎に算出する算出手段と、

前記算出手段により算出されたトラック偏心変動補正量を、各トラックの各サーボセクタ毎のテーブルとして記憶するメモリ手段と、

前記目標トラックの各サーボセクタから読出した前記サーボデータの位置情報に基づいて位置誤差量を算出し、  
10 該当するサーボセクタに対応する前記トラック偏心変動補正量を前記メモリ手段から読み出して、前記位置誤差量から前記トラック偏心変動補正量を減算して位置誤差量を補正する制御手段とを具備したことを特徴とするヘッド位置決め制御装置。

【請求項4】 前記算出手段は、前記ディスク記録再生装置の製造時に、前記サーボセクタ毎の前記トラック偏心変動補正量を算出することを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3のいずれか記載のヘッド位置決め制御装置。

20 【請求項5】 前記算出手段は、前記ディスク記録再生装置の駆動時に外部からの指示に応じて、通常のデータ記録再生動作を一時的に停止して前記サーボセクタ毎の前記トラック偏心変動補正量を算出することを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3のいずれか記載のヘッド位置決め制御装置。

【請求項6】 各トラックに複数のサーボセクタが配置されたディスクを使用し、前記各サーボセクタに記録されたサーボデータに基づいてヘッドを目標トラックの中心に位置決め制御し、各トラック毎に、前記サーボセクタから前記ヘッドにより読出したサーボデータの位置情報に基づいて位置誤差量の平均値を算出し、前記位置誤差量の平均値をトラック偏心変動補正量としてサーボセクタ毎に記憶したディスク記録再生装置において、  
30 前記ヘッドを前記目標トラックまでシークするステップと、

前記目標トラックに前記ヘッドを位置決め制御するときに、前記目標トラックの各サーボセクタから前記トラック偏心変動補正量を一時的に記憶するステップと、

前記目標トラックの各サーボセクタから読出した前記サーボデータの位置情報に基づいて位置誤差量を算出するステップと、

該当するサーボセクタに対応する前記トラック偏心変動補正量を決定し、前記位置誤差量から前記トラック偏心変動補正量を減算して位置誤差量を補正するステップと、

前記補正した位置誤差量に基づいて前記ヘッドを前記目標トラックの中心に位置決めするステップとからなることを特徴とするヘッド位置決め制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、特にセクタサーボ方式のハードディスク装置に適用するディスク記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、小型のハードディスク装置（HDD）は、ディスクのデータエリア中にサーボデータを記録したセクタサーボ方式が採用されている。セクタサーボ方式は、ディスク上の各トラックに所定の間隔で配置されたサーボセクタ（サーボエリア）にサーボデータを記録し、このサーボデータに基づいてヘッドを目標トラックに位置決め制御する方式である。

【0003】ヘッド位置決め制御動作は、大別して速度制御（シーク制御）と位置制御（トラック追従制御）からなる。速度制御は、サーボデータのアドレスコードを使用して、ヘッドを目標トラックまたはその近傍まで移動させるモードである。アドレスコードは、トラック番号とセクタ番号からなり、ヘッドの現在位置を確認するために使用される。

【0004】一方、位置制御は、速度制御により移動された目標トラックの中心にヘッドを位置決めするためのモードである。位置制御では、サーボデータのバーストデータ（位置情報）が使用される。

【0005】このようなヘッド位置決め制御動作により、ヘッドが位置決めされると、目標トラックに含まれるアクセス対象のデータセクタにアクセスし、データの記録再生動作を実行する。ここで、データセクタは、前記のサーボセクタの間に1セクタまたは数セクタが配置されており、サーボデータに対してホストデータ（ユーザデータ）の記録エリア単位である。

【0006】ところで、サーボデータは、HDDの製造工程時に、サーボトラックライタ（STW）と使用する専用装置を使用して、ディスク上に記録される。このサーボデータの記録工程では、HDDの各構成要素はほぼ全て組立て完了の状態であり、製品化されるHDDのヘッドを使用して、スピンドルモータにより回転されるディスク上にサーボデータが記録される。

【0007】このサーボデータの記録時のディスク回転変動や、記録工程後の組立て誤差によりディスクの回転中心がずれるように現象が発生する。また、スピンドルモータの回転に同期した高次の偏心成分までが現れてくる。このため、想定した同心円状のトラックに対して、実際に記録されるサーボデータの記録位置はある周波数で変動していることになる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】前述のように、従来のセクタサーボ方式において、サーボデータをディスク上に記録する工程において、想定した同心円状のトラックに対して、実際にはサーボデータの記録位置はある周波数で変動して記録されることになる。即ち、トラック偏心変動が発生している。

【0009】このため、ヘッド位置決め制御の位置制御時に、記録されたサーボデータのバーストデータに基づいてヘッドの位置誤差量（トラック中心に対する誤差量）を算出する場合に、位置誤差量を増大させる要因となり、目標トラックに対するトラック追従性が劣化する。

【0010】本発明の目的は、セクタサーボ方式において、トラック偏心変動が存在することを想定して、そのトラック偏心変動量を求めて、位置制御時に算出した位置誤差量を補正できるようにして、トラック偏心に影響されないヘッド位置決め制御系を実現することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、セクタサーボ方式のディスク記録再生装置において、例えば製造工程時に、各トラックのサーボセクタから読出したサーボデータの位置情報（バーストデータ）に基づいて位置誤差量の平均値を算出する。この位置誤差量の平均値をトラック偏心変動補正量としてサーボセクタ毎に求めて、例えばディスク上のサーボセクタに記録した装置である。

【0012】装置の製品化後において、通常のデータ記録再生動作を実行するときに、マイクロコントローラは、目標トラックにヘッドを位置決め制御するときに、目標トラックの各サーボセクタからトラック偏心変動補正量を読み出して、メモリに一時的に記憶する。さらに、マイクロコントローラは、目標トラックのサーボセクタから読出した位置情報に基づいて位置誤差量を算出し、この位置誤差量からトラック偏心変動補正量を減算して位置誤差量を補正する処理を実行する。そして、補正した位置誤差量に基づいて、ヘッド位置決め制御を実行する。

【0013】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は本実施形態に係るHDDの構成を示すブロック図である。

（HDDの構成）本実施形態はセクタサーボ方式を採用したHDDであり、製造工程時にサーボトラックライタによりディスク上にサーボデータが記録されているHDDを想定している。

【0014】以下図1を参照して、本実施形態のHDDの構成を説明する。本実施形態のHDDは、図1に示すように、記録媒体であるディスク1を回転駆動するためのスピンドルモータ2と、ヘッド3を保持してディスク1の半径方向に移動させるためのヘッド駆動機構と、ヘッド3によりデータの記録再生を行なうための各種信号処理を実行するリード/ライト回路8と、制御装置であるマイクロコントローラ12と、記録再生データの制御を行なうディスクコントローラ（HDC）10とを備えている。

【0015】ディスク1は、マイクロコントローラ12の制御により駆動するスピンドルモータ2により高速回

転しており、本実施形態では便宜的に1枚とする。ヘッド3は、実際上ではスライダに実装された薄膜ヘッドからなり、MRヘッドと誘導型薄膜ヘッドとからなる記録再生分離型ヘッドまたは記録/再生兼用の誘導型薄膜ヘッドのみからなる。

【0016】ヘッド駆動機構は、ヘッド3を支持しているヘッドアクチュエータ4と、ヘッドアクチュエータ4の駆動源であるボイスコイルモータ（VCM）5とを有する。

【0017】ヘッドアクチュエータ4は、VCM5の駆動力によりディスク1の半径方向に回転駆動して、ヘッド3をディスク1上に移動させる。VCM5は、マイクロコントローラ12の制御により、ダブルドライバであるVCM/SPMドライバ6から駆動電流を供給されて駆動する。VCM/SPMドライバ6は、スピンドルモータ2に対しても駆動電流を供給する。

【0018】リード/ライト回路8は、ヘッド3から読出されたリード信号を各種信号処理してデータを再生する機能と、HDC10から転送されたライトデータに応じたライト電流をヘッド3に供給するデータ記録機能とを有する。リード信号とライト電流はヘッドアンプ7により増幅される。

【0019】リード/ライト回路8は、ホストデータ（通常のユーザデータ）を再生すると共に、サーボデータを再生するサーボ処理回路9を有する。リード/ライト回路8は再生したホストデータをHDC11に出力する。サーボ処理回路9は、再生したサーボデータをマイクロコントローラ12に出力する。サーボデータは、後述するように、アドレスコードCDとバーストデータBSからなる。

【0020】マイクロコントローラ12は、主構成要素であるマイクロプロセッサ（CPU）12aと、メモリ12bと、A/Dコンバータ12cと、D/Aコンバータ12dとを有する。

【0021】CPU12aは、本実施形態に係るヘッド位置決め制御処理とトラック偏心変動量の測定処理を実行する。A/Dコンバータ10bは、リード/ライト回路9のサーボ処理回路から出力されたサーボデータの中で、アナログ信号のバーストデータ（位置情報）BSをデジタルデータに変換してCPU12aに出力する。バーストデータは、サンプルホールド回路（S/H）11によりピーク値がホールドされて、このピーク値（DCレベル）をデジタルデータに変換される。

【0022】D/Aコンバータ12dは、CPU12aがサーボデータに基づいて算出した制御量をアナログ信号に変換して、VCM/SPMドライバ6に出力する。

（トラック偏心補正量の測定処理）本実施形態は、HD Dの製造工程において、サーボトラックライタによりデ\*

\*ディスク1上にサーボデータが記録された後に、サーボコントローラ12のCPU12aによりサーボセクタ毎のトラック偏心変動量を測定する。

【0023】CPU12aは、ディスク1上の各トラックに対して、同一サーボセクタの位置誤差量を任意の回数測定し、その平均値を算出する。位置誤差量Eとは、サーボデータのバーストデータにおいて、位置情報A、Bのピーク値A、BをS/H11によりホールドし、そのデジタルデータを使用して、演算式「 $E = (A - B) / (A + B)$ 」から算出する。

【0024】ここで、サーボセクタは、図2に示すように、アドレスコードCDとバーストデータA~Dが記録されており、本実施形態では後述するトラック変動補正量データ（以下単にトラック補正量と称する）TCを記録するためのエリアを有する。

【0025】バーストデータA~Dは2相のデータであり、データA、Bがトラック中心に対して1/2反対方向にずれた位置に記録されている。したがって、ヘッドがトラック中心に位置している場合には、位置誤差量Eは「0」となる。

【0026】トラック偏心変動量は、図4に示すように、サーボセクタ番号n毎に測定される。CPU12aは、測定したトラック偏心変動量をトラック補正量TCとして、該当するサーボセクタに記録する。

【0027】ここで、トラック補正量TCは、ディスク1上に記録した場合について説明したが、図3に示すように、テーブルとしてメモリ12bに記憶してもよい。但し、メモリ12bは不揮発性メモリである。テーブルは、図3に示すように、トラック毎に用意されて、同一トラック内で各サーボセクタ番号に対応するトラック補正量を格納している。

（本実施形態の位置制御系の原理）まず、図5を参照して本実施形態の位置制御系の原理を説明する。

【0028】目標トラックの位置をRとし、安定化補償器の定数をCとし、制御対象（ヘッド3）の位置をPとし、トラック補正量をQとし、出力をY（P）とする。目標トラックRが与えられると、現在時点の制御対象の位置Pである出力Yとの位置誤差量がEaとなる。ここで、出力Yには、外乱（例えばディスクの回転変動等）Zが加えられる。

【0029】さらに、前述したように、目標トラックにはトラック偏心変動があるため、そのトラック補正量Qが制御対象であるヘッド3が位置するトラック番号とサーボセクタ番号により求められる（図2と図3を参照）。

【0030】目標トラックRと外乱Zを含む出力Yとの差が、位置誤差量Eaとなる。これを伝達関数として表現すると、下記の式（1）となる。

$$Ea = (R / (1 + CP)) - (Z / (1 + CP)) + (CPQ / (1 + CP)) \quad \dots (1)$$

さらに、位置誤差量E aからトラック補正量Rを減算して、補正した後の位置誤差量E bは、下記の式(2)と\*

$$E b = (R / (1 + CP)) - (Z / (1 + CP)) - (Q / (1 + CP)) \dots$$

(2)

前記式(1)、(2)から、目標トラックRとトラック補正量Qとが等しい場合には、位置誤差量E aは目標トラックRの変動がそのまま現れてくる。一方、トラック補正量Rにより補正された位置誤差量E bは、外乱Zの影響しか現れない。即ち、制御対象であるヘッド3は、目標トラックRの変動の影響を無視して、位置決めされ

【0031】このような位置誤差量E a、E bと目標トラックの変動との関係を、図4(B)、(C)に示す。ここで、位置誤差の要因としては、トラック変動、位置信号(バーストデータ)のS/N比の悪化、スピンドルモータ2のボールベアリングの回転に起因するディスク変動などがある。

【0032】目標トラック(図5の伝達関数Rを意味する)は、図4(B)に示すように、各サーボセクタ毎に白丸のように変動する。さらに、外乱Zによる位置誤差量はトラック変動による位置誤差量に加算されるため、図4(B)の黒丸のように変動する。ここで、実際上のヘッド3の位置誤差量は、その黒丸の変動量により決定される。

【0033】本実施形態は、算出したトラック補正量Qにより位置誤差量E aを補正した位置誤差量E bを算出する。即ち、位置誤差量E aからトラック補正量Qの分だけ減算して補正すると、図4(C)に示すように、トラック変動分の位置誤差量が無くなることになる(白丸の状態)。そして、それ以外の要因である外乱Zによる位置誤差量のみが残る(黒丸の状態)。

(本実施形態のHDDの動作)次に、製品化された後のHDDの位置決め制御について、図6のフローチャートを参照して説明する。

【0034】CPU12aは、アクセス対象のデータセクタが設定されると、そのデータセクタを含む目標トラック(トラック番号)を決定し、ヘッド3をその目標トラックまで移動させるシーク制御を開始する(ステップS1、S2)。

【0035】シーク制御では、前述したように、各トラックのサーボセクタに記録されているアドレスコード(トラック番号)を使用してヘッド3の位置を検出し、その位置と目標トラックまでの距離に応じた速度制御が実行される。

【0036】ヘッド3が目標トラックまで到達すると、CPU12aは本実施形態に関係する位置制御に移行する。位置制御では、サーボセクタからバーストデータを読み出して、ヘッド3の位置誤差量を算出して、その位置誤差量を0にするようなVCM5の駆動制御が実行される。

\*なる。

【0037】ここで、本実施形態では、目標トラックの各サーボセクタに記録されているトラック補正量TCを読み出して、CPU12aは内部レジスタ等に格納する。また、メモリ12bにテーブルとして用意している場合には、目標トラックに該当するテーブルからサーボセクタ毎のトラック補正量TCをアクセスして、内部レジスタ等に格納する。

【0038】CPU12aは、読み出したバーストデータの各ピーク値A、Bから位置誤差量E aを算出するための演算「 $E a = (A - B) / (A + B)$ 」を実行する(ステップS4、5)。この位置誤差量E aは、前述したように、目標トラックの変動分が含まれた誤差量である(図4(B)を参照)。

【0039】さらに、CPU12aは、内部レジスタに格納したトラック補正量TCを読み出し、サーボセクタ毎の位置誤差量E aから該当するトラック補正量TCを減算する補正処理を実行する(ステップS6)。即ち、前述したように、位置誤差量E aから目標トラックの変動分に相当するトラック補正量TCを差し引いた位置誤差量E bを補正位置誤差量として算出する。

【0040】CPU12aは、その補正後の位置誤差量E bに基づいて、VCM5を駆動制御するための制御量を算出してヘッド3の位置決めを実行する(ステップS7)。この位置制御が終了すると、ヘッド3により目標トラックの指定されたデータセクタに対するデータの記録再生処理が実行される(ステップS8)。

【0041】以上のように本実施形態によれば、HDDの製造工程時に、サーボデータを記録する工程において、トラックの偏心変動が発生し、ディスク1上に構成される各トラックにはサーボセクタ毎に偏心変動分が含まれている。

【0042】そこで、製造工程にトラック偏心変動を測定する工程により、各トラックにおいて、サーボセクタ毎のトラック偏心変動を測定し、その変動量をトラック補正量TCとしてディスク1のサーボセクタまたはテーブルとしてメモリに記憶する。

【0043】一方、製品後のHDDのヘッド位置決め制御時に、ヘッド3を目標トラックに位置決めする位置制御を実行するときに、予め記憶したサーボセクタ毎のトラック補正量を読み出して、ヘッドの3の位置誤差量からトラック補正量を減算して補正する。即ち、通常的位置誤差量の演算処理に、トラック変動分を除去する補正処理を実行して、トラック偏心変動分のない位置誤差量を算出する。

【0044】したがって、本実施形態の方式であれば、算出したヘッド3の位置誤差量からトラック偏心変動分

【0045】なお、本実施形態では、トラック補正量の算出処理をHDDの製造工程時に実行する場合について説明したが、これに限ることはない。例えば、HDDの製品出荷後においても、前述のトラック偏心変動の測定処理を実行して、その測定結果に伴うトラック補正量をディスク1やメモリ12bに記憶するようにしてもよい。

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、セクタサーボ方式のディスク記録再生装置において、ディスクの回転変動等の要因によりディスク上に構成されたトラックにトラック偏心変動が存在する場合に、そのトラック偏心変動量を含む位置誤差量を補正する。これにより、補正した位置誤差量に基づいて目標トラックに対するヘッドの位置制御を実行するときに、トラック偏心に影響されないヘッド位置決め制御を実現することができる。

【図１】本発明において本実施形態に関するHDDの構成を示すブロック図。

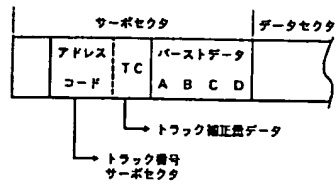
【図3】本実施形態に係るトラック偏心補正量のテーブルを示す概念図。

【図5】本実施形態に係る位置制御系の原理を示すブロック図。

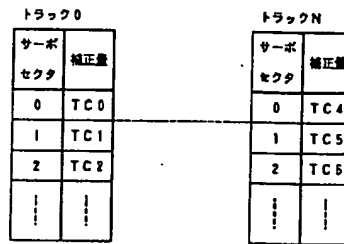
【符号の説明】

- 1…ディスク
- 2…スピンドルモータ
- 3…ヘッド (スライダ)
- 4…ヘッドアクチュエータ
- 5…VCM (ボイスコイルモータ)
- 6…VCM/SPMDドライバ
- 7…ヘッドアンプ
- 8…リード/ライト回路
- 9…サーボ処理回路
- 10…ディスクコントローラ (HD)
- 11…サンプルホールド回路 (S/
- 12…マイクロコントローラ
- 12 a…CPU
- 12 b…メモリ
- 12 c…A/Dコンバータ
- 12 d…D/Aコンバータ

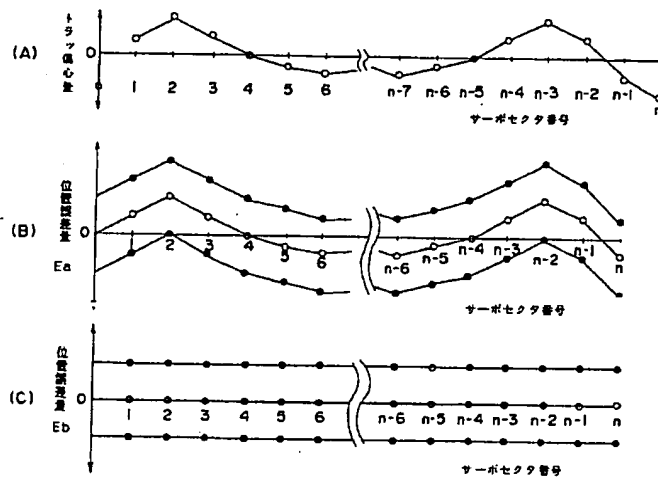
【図2】



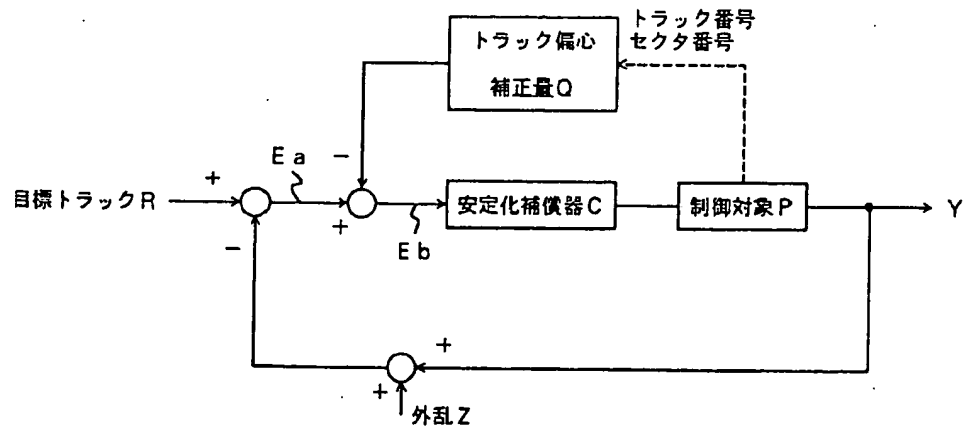
【図3】



【図4】



【図5】





【図6】

